



**Editorial**

**Avanços tecnológicos no desporto de competição:  
Para onde caminhamos?**

**Rafael Martín Acero**

<https://rpcd.fade.up.pt/entradaPT.html>

***Limites do desempenho desportivo, tecnologia e mercado***

A indústria do desporto, o décimo primeiro setor mais vasto do mundo, está a ser impulsionada pela inovação tecnológica, o que obriga a analisar quais são as novidades com potencial para resolver problemas reais importantes no treino ou na competição. O debate, sem polarização, deveria seguir um procedimento que considere os critérios e pontos de vista de todos os intervenientes em cada contexto específico: técnicos, desenvolvedores, atletas, investigadores, etc. O desempenho desportivo humano depende de fatores limitativos próprios de cada especialidade e das respostas de cada pessoa. Atualmente, a superação dos limites também depende da tecnologia. Por exemplo, em 2017 tentou-se pela primeira vez quebrar a barreira das 2 horas na maratona masculina com a ajuda de calçado tecnológico, de um percurso plano e de um carro que modulava a resistência do vento à frente do atleta (Martín Acero, 2018, 16 setembro).

Todavia, embora o recorde mundial tenha melhorado em 25 segundos, não se baixou da barreira das 2 horas. Em 2022, conseguiu-se quebrar essa barreira: o corredor conseguiu correr mais rápido com o mesmo gasto energético, graças a um calçado com mais inovação tecnológica e com "atletas/lebres" de alto nível que, além de manterem o ritmo calculado, corriam em formação (em "V") à frente do protagonista para reduzir a resistência do ar. Devido às "ajudas" recebidas, estes dois registos não foram oficializados como recorde mundial oficial, mas são marcos que fortalecem o mito ("solucionismo tecnológico") de que a tecnologia pode resolver todos os problemas complexos do treino desportivo, aplicando uma solução simples a partir da aplicação de tecnologias, algoritmos ou inteligência artificial (IA). A ciência e a tecnologia não podem resolver tudo, mas aumentam a capacidade de otimizar a orientação das adaptações dos atletas nos treinos e na própria competição.

Da mesma forma que um organismo biológico vai paulatinamente perdendo

capacidade de resposta aos estímulos do envolvimento, o ser humano, meta biológico, ou seja, cultural, tende a fixar-se no tempo da sua plenitude existencial vislumbrando, talvez a medo, o futuro.

No desporto, as inovações tecnológicas e a dinâmica de posicionamento no mercado de hardware e software seguem o caminho inverso ao de outros setores, como, por exemplo, o da saúde, para o qual, em 2021, a União Europeia aprovou um regulamento com base, entre outras, nesta consideração: "A avaliação das tecnologias da saúde é um processo científico baseado em dados comprovados que permite às autoridades competentes determinar a eficácia relativa das tecnologias de saúde existentes ou novas...". No desporto, as inovações tecnológicas são introduzidas pelo *marketing* e, posteriormente, serão os utilizadores quem as validam ou rejeitam no seu uso prático.

Para os treinos, entre as tecnologias de livre utilização encontram-se, por exemplo, aquelas que monitorizam a força, velocidade ou potência com plataformas, potenciómetros, sensores de energia, simuladores, e análise do movimento e da postura. Outros exemplos incluem as *Twin Cam* de última geração, que influenciaram decisivamente a natação artística, ao permitirem aos atletas e treinadores verem os movimentos dentro e fora de água numa única imagem; ou o calçado para deslizar em ténis, que diminui o tempo de deslocação lateral sem aumentar o gasto energético. Ainda, nos desportos de equipa são aplicados diariamente sistemas de posicionamento sem fios e registos de carga externa e interna.

Na competição, existem tecnologias autorizadas e outras obrigatórias. Algumas destas últimas estão a influenciar decisivamente a evolução do desempenho e, por vezes, a funcionalidade do jogo, do combate, da corrida, do levantamento, da habilidade, etc. Entre os exemplos que afetam a competição, teríamos os saltadores com vara que usufruem das melhorias constantes da vara, ou os atletas que beneficiam da "sanduíche" criada pelas lâminas de carbono e ar comprimido do calçado e pelos materiais elásticos do solo em provas de velocidade e outros saltos (Martín Acero, 2022, 28 julho). Adicionalmente, pode também referir-se o uso do *sky airbag* que aumenta a segurança e confiança dos saltadores de esqui; o sistema de pontos sem fios do taekwondo, que mudou a lógica do combate e do treino; o dispositivo de rastreamento no hóquei em campo, que permite aos treinadores e atletas terem dados precisos sobre os movimentos coletivos; ou o sistema *Mediacoach* que, no futebol espanhol, recolhe informações através de imagens e reconhecimento de formas.

No início do século XX, uma geração era contemporânea de certos valores culturais, adentos científicos e realizações tecnológicas. Havia um tempo de permanência nas coisas, vivia-se uma realidade algo estável ou de mudança lenta. Havia uma certa fixação do homem no seu tempo. O homem atual é contemporâneo da mudança impercetível. Por isso todas as gerações atuais são, em certa medida, coetâneas na angústia da incompreensão do que se

passa à sua volta. Tal dificuldade de percepção plena da realidade acontece apesar (ou por causa) da excessiva informação veiculada pelos mass media. Verifica-se uma certa incapacidade para discriminar a informação essencial da acessória. Mesmo assim as gerações subsistem. Divididas, autónomas e em saudável tensão, ultima ratio, de toda a inovação e originalidade. Como afirma Ortega Y Gasset cada geração corresponde a "uma caravana dentro da qual vai o homem prisioneiro, mas ao mesmo tempo secretamente voluntário e satisfeito. Vai nela fiel aos poetas de sua idade, às ideias políticas do seu tempo, ao tipo de mulher triunfante na sua mocidade e até ao modo de andar usado aos vinte-e-cinco anos. De quando em quando vê passar outra caravana com seu raro perfil estrangeiro: é a outra geração".

### ***Futebol: VAR, linhas de fora de jogo e de golo: Quando será cronometrado o tempo efetivo de jogo?***

O *Video Assistant Referee* (VAR) foi utilizado pela primeira vez em 2017, e no ano seguinte já foi usado no Mundial de Seleções e na UEFA Champions. A linha de fora de jogo começou a ser identificada gravando previamente os movimentos dos jogadores e a saída da bola desde o Mundial de 2022, e no ano seguinte na UEFA Champions. A tecnologia para detetar se a bola entrou na baliza (golo) também foi incorporada na competição. Este sistema foi testado na Taça das Confederações de 2013 e no Mundial do Brasil em 2014, mas devido ao seu preço ainda não foi implementado em muitas ligas nacionais.

O futebol ainda não implementou a cronometragem do tempo de jogo efetivo (TEJ), o que significa que os jogos não têm a duração real. César Lendoiro (presidente do R.C. Deportivo La Coruña, 1988-2013) defende há décadas que não há justificação para o futebol permanecer numa situação que não garante a igualdade nas competições, já que a diferença no TEJ entre os jogos pode chegar a 9 ou mais minutos (Lendoiro & Martín Acero, 2022).

### ***IA: Inteligência artificial generativa e funções do cientista do desporto.***

Compreender como funciona a IA generativa oferece a oportunidade de refletir e discutir sobre como as suas aplicações (ChatGPT, etc.) podem afetar a reconfiguração de tarefas nos cargos de trabalho em treino e, portanto, na formação universitária desses profissionais.

Num estudo que analisou, junto de 2500 profissionais de ciências do desporto em Espanha, o nível de importância percebido das competências profissionais específicas (CPE), os titulados universitários consideraram ser muito importante possuir todas as competências profissionais específicas para um melhor desempenho profissional. Essa percepção aumentou após mais de 10 anos de experiência profissional (Campos-Izquierdo & Martín Acero, 2016). Uma das

diferenças nas competências entre outros níveis de formação e as do graduado universitário em ciências do desporto é que este último deve ser capaz de integrar conhecimentos e procedimentos nas suas próprias competências ao intervir na prática com um método técnico-científico, sendo o seu nível de sucesso observável e graduável. As competências profissionais específicas do profissional de ciências do desporto no treino desportivo, por exemplo, desdobrar-se-iam assim (Boletín Oficial del Estado de España, 2018; García et al., 2016):

AÇÃO DO PROFISSIONAL DE CIÊNCIAS DO DESPORTO:	CONTEÚDO SOBRE O QUAL ATUA O PROFISSIONAL DE CIÊNCIAS DO DESPORTO	CONTEXTO E CONDIÇÕES SOBRE AS QUAIS SE PRODUZIRÁ A EXECUÇÃO DO PROFISSIONAL DE CIÊNCIAS DO DESPORTO
Desenha e aplica	o processo metodológico técnico-científico (diagnóstico, execução, avaliação)	com qualquer idade, género e níveis de desempenho desportivo, difundindo experiência a diversos níveis de compreensão
Identifica, comunica e aplica	critérios a partir de bases científicas	a estratégias, ações e atividades de um nível técnico-científico avançado, para prevenir e minimizar riscos para a saúde
Desenha e aplica com fluidez e naturalidade, de forma consciente e continuada	exercícios físicos sistemáticos baseados na evidência científica dos seus efeitos positivos	para processos de adaptação, melhoria ou readaptação de determinadas capacidades de cada pessoa, para resolver problemas complexos e não previstos
Articula e implementa	avaliação técnico-científica de provas de avaliação e controlo	para programar as melhorias necessárias para aumentar o rendimento físico-desportivo a um nível avançado de design e análise
Sabe readaptar, reentrear e/ou reeducar	a partir de evidência científica	a pessoas que têm lesão ou patologia diagnosticada medicamente, e/ou que têm prescrita a individualização, mesmo que se trabalhe no seio de um grupo
Exibe, planifica, aplica, controla e avalia	processos de treino físico e desportivo	com objetivos a curto, médio e longo prazo, para qualquer idade, género e níveis de desempenho desportivo, a um nível avançado
Articula e implementa	avaliação técnico-científica	para o design e elaboração de aconselhamento, certificação, relatórios técnicos, etc.

### ***Inteligência artificial no desporto de competição: Transformação da profissão e da formação universitária***

Asterothm, do Instituto Federal de Ciências do Desporto da Alemanha, comentou: "a inteligência artificial fornece ferramentas para ajudar os treinadores no seu trabalho", "não acredito que os profissionais possam ser substituídos no essencial"... A IA faz previsões que podem ser corretas ou erradas. Ainda tem limitações e mostra fraquezas quando se trata de treino desportivo, que precisa de ser individualizado e, para decidir de forma acertada, é necessária a experiência humana.

Aqueles que estão a formar-se na universidade devem adaptar-se a estes processos de mudança, posicionando-se melhor, tanto academicamente como no seu futuro profissional. Cada estudante pode beneficiar da IA para melhorar as suas competências de autoaprendizagem em várias línguas ou em formação permanente à distância. Os docentes agora não têm certeza sobre a tendência da evolução das tarefas que serão exigidas aos profissionais, mas devem assumir o desafio de incorporar a IA generativa no ambiente formativo; os estudantes também (Vera, 2023). Os docentes de desporto e treino já podem

utilizar a IA para melhorar as suas competências pedagógicas (*upskilling*), criar conteúdos atrativos, apresentar conceitos de forma inovadora e promover a participação e o interesse dos estudantes através de experiências de aprendizagem únicas, personalizadas e envolventes. A IA generativa pode ter um impacto positivo ao realizar tarefas tediosas, permitindo ao profissional dedicar a sua capacidade cognitiva a tarefas criativas e inovadoras (Romo-Pérez et al., 2023). No entanto, a chegada repentina da IA também tem riscos, como, por exemplo, poder causar dependência na análise de pressupostos e respostas, facilitando uma diminuição do pensamento crítico; ao mesmo tempo, favorece a compreensão superficial dos conteúdos estudados (Monzó & Castelló Sirvente, 2023, 20 outubro) , impedindo a agregação científica de conhecimentos com os procedimentos, nomeadamente a integração das competências do profissional do treino desportivo na sua intervenção prática. Os guerreiros da existência são contemporâneos do passado e do futuro. São coetâneos de todas as gerações porque recusam fixar-se na carruagem da sua geração. Saltam de carruagem e de comboio, muitas vezes ao sabor do vento, pelo simples prazer de mudar. Essa plasticidade comportamental faz-lhes perdurar a juventude permitindo-lhes, numa só vida, viver tantas como as concretizadas dos seus sonhos.

Os profissionais de ciências do desporto têm o seu foco na realidade prática, registam dados, procuram relações que lhes permitam diagnosticar e prognosticar tecnicamente. No treino desportivo, as tecnologias portáteis são predominantes e, atualmente, permitem adquirir dados que medem variáveis de desempenho, realizar a sua análise e poder retroalimentar as decisões sobre as cargas ou sobre as execuções técnicas e/ou táticas. A IA pode simular realidades e testar hipóteses plausíveis, para que o profissional experiente possa descartar as incorretas. Por exemplo, a tecnologia *ChatGPT* permitiu investigar um programa de treino de força, seguindo instruções específicas para sujeitos hipotéticos (Washif et al., 2023). O programa foi comparado com as diretrizes estabelecidas na literatura profissional e científica, sugerindo os autores do estudo que o *ChatGPT* pode servir como ferramenta complementar para redigir um "rascunho" de programa, mas que provavelmente será sempre necessário a "expertise" humana para aperfeiçoar a sua eficácia.

Hammes et al. (2022) abordaram o estudo do papel da IA em desportos de elite. Definem a IA em função do ciclo sentido-modelo-planificação-atuação (SMPA). O ciclo começa ao receber informação captada em sensores (carga interna, externa). A partir dos dados capturados, cria-se um modelo, por exemplo, com métodos de aprendizagem automática, para prever a qualidade do resultado de um programa de treino, de uma estratégia, etc. Com base no modelo, é possível otimizar o planeamento (plano de jogo, programa de objetivos operacionais de desempenho, etc.) das atuações em treino ou competição. Por último, realiza-se a retroalimentação com o técnico ou com o desportista, atuando ou interagindo com o contexto específico desportivo real. Os autores expuseram déficits, problemas e oportunidades em seis pontos chave: a recolha de dados, a ligação da IA com o desporto de elite, a manutenção do controlo por parte dos agentes (treinadores, desportistas, cientistas), o conhecimento para comunicá-lo de forma compreensível, os

modelos predictivos robustos e a necessidade de completar o ciclo SMPA, que é o que confere à IA o maior potencial para melhorar o desempenho do desportista. Os autores pensam que nos desportos de elite existe um risco elevado de um projeto de IA falhar, seja por dificuldades técnicas ou por problemas de aceitação por parte dos utilizadores. Atualmente já se está a beneficiar com os dados registados que se aplicam a modelos fáceis de usar e de interpretar com desportistas de elite, mas ainda estamos longe de fechar o ciclo SMPA completo, sobretudo na fase de planeamento e na de atuação ou execução de casos concretos na realidade prática.

A IA poderá estabelecer associações entre variáveis quantitativas e qualitativas, identificar ou propor padrões, calcular a probabilidade de tendência (do estado de saúde, do estado de forma, do jogo em equipa, etc.), ajudando a desenvolver uma metodologia do rendimento desportivo por parte do profissional com formação universitária em ciências do desporto. No entanto, também pode afastá-lo desse meta-objetivo se optar por ser um mero consumidor de dados, análises e propostas de algoritmos ou aplicações de IA.

**Rafael Martín Acero**

## REFERÊNCIAS

- Boletín Oficial del Estado de España. (2018). Resolución de 18 de septiembre de 2018, de la Secretaría General de Universidades. *Boletín Oficial del Estado*, 228, 91209-91217. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-12774>
- Campos Izquierdo, A., & Martín Acero, R. (2016). Percepción de las competencias profesionales de los graduados en ciencias de la actividad física y del deporte. *Revista de Psicología del Deporte*, 25(2), 339-346.
- García, J. M., Ureña, A., Campos, A., & Martín Acero, R. (2016). Manual de la Conferencia Española de Institutos y Facultades de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte para un enfoque de los planes de grado y másteres basado en la evaluación de competencias (Versión 2).
- Hammes, F., Hagg, A., Asteroth, A., & Link, D. (2022). Artificial intelligence in elite sport: A narrative review of success stories and challenges. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 861466. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.861466>
- Lendoiro, A. C., & Martín Acero, R. (2022). Fútbol profesional: Sin igualdad hasta que se instaure el tiempo efectivo de juego (EPT) y se homogenicen las dimensiones del campo. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 3(1), 3-10. <https://revistadeentrenamiento.com/articulo/futbol-profesional-sin-igualdad-hasta-que-se-instaure-el-tiempo-efectivo-de-juego-ept-y-se-homogenicen-las-dimensiones-del-campo-2958-sa-v6309240011d60/>
- Martín Acero, R. (2018, 16 setembro). *Límites del ser humano y ciberatletas*. El Mundo. <http://www.elmundo.es/deportes/mas-deporte/2018/09/16/5b9ea50d46163fe9458b4649.html>
- Martín Acero, R. (2022, 28 julho). *El sándwich de los récords: El aire comprimido de zapatillas y pistas que disparan a los atletas*. El Mundo. <https://www.elmundo.es/deportes/mas-deporte/2022/07/28/62e2d876e4d4d8746e8b4589.html>
- Monzó, V. R., & Castelló Sirvente, F. (2023, 20 outubro). *Entre la creatividad humana y no humana. Territorios de la AI generativa en la educación superior*. TheConversation.com. <https://theconversation.com/la-creatividad-sin-limites-de-la-inteligencia-artificial-oportunidades-y-riesgos-en-la-universidad-216296>
- Romo Pérez, V., Özdemir, O. S., Leiros Rodríguez, R., & García Soidan, J. L. (2023). ChatGPT ha llegado ¿Y ahora qué hacemos? La creatividad, nuestro último refugio. *Revista de Investigación en Educación*, 21(3), 320-334. <https://doi.org/10.35869/reined.v21i3.4973>

- União Europeia. (2021). Regulamento (UE) 2021/2282 do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de dezembro de 2021 relativo à avaliação das tecnologias da saúde e que altera a Diretiva 2011/24/UE. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 465, 1-32.  
<http://data.europa.eu/eli/reg/2021/2282/oj>
- Vera, F. (2023). Integración de la inteligencia artificial en la educación superior: Desafíos y oportunidades. *Revista Transformar*, 4(1), 17-34.
- Washif, J. A., Pagaduan, J., James, C., Dergaa, I., & Beaven, C. M. (2023). Inteligencia artificial en el deporte: Exploración del potencial del uso de ChatGPT en la prescripción de entrenamiento de resistencia. *Biology of Sport*, 41(2). Advance online publication.  
<https://doi.org/10.5114/biolsport.2024.132987>

<https://rpcd.fade.up.pt/entradaPT.html>